

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202391467** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2023.07.10

(51) Int. Cl. *G01V 3/30* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2021.11.08

(54) **УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ ИЗ СТВОЛА СКВАЖИНЫ**

(31) 2017921.4

(32) 2020.11.13

(33) GB

(86) PCT/IB2021/060326

(87) WO 2022/101762 2022.05.19

(71) Заявитель:

**ХАЙПЕРТАННЭЛ АйПи ЛИМИТЕД
(GB)**

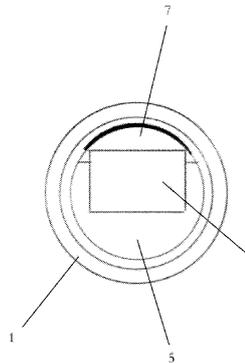
(72) Изобретатель:

**Джордан Стив, Флэнаган Фергус,
Тёрнер Элиотт (GB)**

(74) Представитель:

Кузнецова С.А. (RU)

(57) Антенны георадара обычно предназначены для использования в контакте с землей; однако также были разработаны антенны, расположенные на расстоянии от земли (например, в воздухе над землей). Настоящее изобретение обеспечивает возможность получения изображения подземных объектов из ствола скважины, так что можно оценивать подземные сооружения и геологические структуры (например, для определения их целостности), и может осуществляться контроль за ремонтными работами. Например, можно проверить усиление конструкции (например, закачивание химического вещества в геологическое строение для обеспечения устойчивости), чтобы увидеть, где оно произошло, а где, возможно, еще не было обеспечено.



**202391467
A1**

**202391467
A1**

УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ ИЗ СТВОЛА СКВАЖИНЫ

Описание

Настоящее изобретение относится в общем к устройству и способу получения изображения подземных объектов из ствола скважины и находит особое, хотя и не исключительное, применение в ремонтных работах.

Георадар (GPR) представляет собой геофизический метод, в котором используются радиолокационные импульсы для получения изображения геологических объектов. Антенны георадара обычно предназначены для использования в контакте с землей; однако также были разработаны антенны, расположенные на расстоянии от земли (например, в воздухе над землей).

Согласно первому аспекту настоящего изобретения предоставлено устройство получения изображения подземных объектов из ствола скважины, причем устройство содержит: по меньшей мере одну каретку, выполненную с возможностью перемещения вдоль ствола скважины в продольном направлении; первую антенну георадара на каретке; передатчик, выполненный с возможностью управления испусканием излучения от первой антенны; вторую антенну георадара на по меньшей мере одной каретке; и приемник, выполненный с возможностью приема от второй антенны сигналов, указывающих на прием излучения на второй антенне.

Таким путем можно оценивать подземные сооружения и геологические структуры (например, для определения их целостности), и может осуществляться контроль за ремонтными работами. Например, можно проверить усиление конструкции (например, закачивание химического вещества в геологическое строение для обеспечения устойчивости), чтобы увидеть, где оно произошло, а где, возможно, еще не было обеспечено. Это позволило бы избежать значительных потерь, поскольку в противном случае излишки использовались бы для обеспечения правильных структурных свойств. Скорее, введение должно быть адаптировано к каждому месту в режиме реального времени. Оценка геологического строения перед введением химического вещества

также обеспечивает возможность более эффективного расчета конструкции, который работает с существующим геологическим строением.

В простейшем случае она может обеспечить просто одномерную оценку геологических структур вдоль ствола скважины.

Первая антенна и вторая антенна могут представлять собой одну приемопередающую антенну. Приемопередающая антенна может быть выполнена с возможностью испускания пучка излучения, имеющего угол раскрытия не более 180 градусов. Пучок может быть направлен под прямым углом к продольному направлению. По меньшей мере одна каретка может быть выполнена с возможностью вращения приемопередающей антенны относительно продольного направления.

Таким путем подземные сооружения и геологические структуры могут быть отображены на карте в трех измерениях, то есть в двух измерениях за счет вращения и угла раскрытия и в одном измерении за счет продольного перемещения вдоль ствола скважины. В частности, вторая антенна может принимать отраженные сигналы от первой антенны.

По меньшей мере одна каретка может включать первую каретку и вторую каретку. Первая антенна может быть расположена на первой каретке, и вторая антенна может быть расположена на второй каретке таким образом, что первая и вторая антенны расположены на расстоянии друг от друга.

Таким путем подземные сооружения и геологические структуры могут быть отображены на карте в двух измерениях. Например, если первая и вторая каретки находятся в разных стволах скважины, может быть отображен на карте двумерный лист, соединяющий стволы скважины. В частности, вторая антенна может принимать передаваемые сигналы от первой антенны.

Первая и вторая каретки могут быть выполнены с возможностью перемещения относительно друг друга таким образом, что расстояние между первой и второй антеннами может изменяться.

Таким путем подземные сооружения и геологические структуры могут быть отображены на карте в двух измерениях. Например, если первая и вторая каретки находятся в одном и том же стволе скважины и расстояние между ними может

варьироваться, можно использовать метод общей средней точки (CMP) для определения расстояния вдоль ствола скважины и расстояния от ствола скважины до любых объектов.

Каждая из первой и второй кареток может быть размещена в соответствующей скважине или может быть размещена в одной и той же скважине.

Первая и вторая антенны могут быть всенаправленными, то есть выполненными с возможностью испускания пучка излучения во всех направлениях в равной степени или по меньшей мере во всех направлениях в равной степени в плоскости (такой как плоскость под прямым углом к продольному направлению). Угол раскрытия такого пучка можно считать равным 4π ср (четыре пи стерадиана) или 360 градусов соответственно.

Однако в альтернативных вариантах осуществления каждая из первой и второй антенн может быть выполнена с возможностью испускания пучка излучения, имеющего угол раскрытия не более 180 градусов, при этом пучок направлен под прямым углом к продольному направлению.

Таким путем подземные сооружения и геологические структуры могут быть отображены на карте в трех измерениях, то есть в двух измерениях за счет вращения и угла раскрытия и в одном измерении за счет продольного перемещения вдоль ствола (стволов) скважины.

Получение изображения может включать лишь получение одной или более радарограмм. Однако в некоторых случаях получение изображения может включать реконструкцию трехмерной модели подземных объектов вблизи ствола скважины.

Ствол скважины может представлять собой любую скважину, которая является вертикальной, горизонтальной и/или имеет любой уклон. Ствол скважины может быть образован обычными способами, такими как горизонтально-направленное бурение (HDD). Ствол скважины может иметь диаметр от 10 см до 1 м, в частности от 20 см до 60 см, более конкретно от 25 см до 40 см. Хотя ожидается, что большинство стволов скважин будут круглыми в поперечном сечении, следует учитывать и другие геометрические формы, и слово «диаметр» должно толковаться соответственно, например, как поперечная протяженность поперечного сечения, среднепоперечная

протяженность и т. д.

Вторая каретка может включать только одну каретку, по меньшей мере одну вторую каретку или множество вторых кареток, на которых может быть расположена соответствующая вторая антенна (антенны) для приема излучения от первой антенны.

Первая каретка может включать только одну каретку, по меньшей мере одну первую каретку или множество первых кареток, на которых может быть расположена соответствующая первая антенна (антенны) для передачи излучения на вторую антенну (антенны).

Каретка (каретки) может содержать приводной блок, выполненный с возможностью обеспечения движущей силы для перемещения каретки вдоль ствола скважины. Альтернативно или дополнительно каретка (каретки) может приводиться в движение отдельным и обособленным приводным блоком и/или может быть соединена с приводным оборудованием, расположенным выше по стволу скважины.

В этом контексте «вниз» по стволу скважины может означать удаление от отверстия ствола скважины, «вверх» может означать по направлению к отверстию ствола скважины и/или «вдоль» может означать «вверх», «вниз» или и то, и другое. Эта терминология может не описывать направление относительно силы тяжести и/или ядра Земли.

Продольное направление может означать направление вдоль длины ствола скважины, то есть вдоль оси ствола скважины.

Устройство может содержать одну антенну георадара или множество таких антенн. Антенна (антенны) георадара может включать любую антенну, способную испускать излучение с частотой, подходящей для использования в применениях георадара, как хорошо известно в данной области техники. В этом отношении более высокие частоты могут давать результаты с более высоким разрешением по сравнению с более низкими частотами, но такие более высокие частоты также имеют тенденцию к меньшему проникновению в твердый материал. Антенна (антенны) может быть многоспектральной или может быть настроена на определенную частоту или полосу частот. Можно использовать множество антенн, каждая из которых настроена на уникальную соответствующую частоту для многоспектрального анализа нижележащего

геологического строения.

Антенна, находящаяся на каретке, может означать, что она просто переносится кареткой, и не ограничивается ее установкой на верхней поверхности каретки.

Пучок излучения может содержать импульс. Пучок излучения может включать остронаправленный пучок, конический пучок (т. е. имеющий вращательно-симметричную интенсивность испускания относительно оси испускания), веерный пучок (т. е. имеющий испускание, ограниченное одной плоскостью испускания, но имеющий отражательно-симметричную интенсивность испускания относительно оси испускания) или любую другую конфигурацию геометрической формы пучка. В частности, интенсивность внутри пучка может изменяться в зависимости от угла относительно оси испускания. В случае веерного пучка плоскость испускания может располагаться под прямым углом к продольному направлению, однако в предпочтительных вариантах осуществления продольное направление лежит в пределах плоскости испускания.

Угол раскрытия может быть в два раза больше угла относительно оси испускания до нулевого угла, при котором интенсивность пренебрежимо мала по сравнению с интенсивностью вдоль оси испускания. Угол раскрытия может составлять не более 150 градусов, не более 120 градусов, не более 90 градусов, не более 60 градусов, не более 30 градусов, не более 10 градусов и/или не более 5 градусов. Угол раскрытия может составлять по меньшей мере 5 градусов, по меньшей мере 10 градусов, по меньшей мере 30 градусов, по меньшей мере 60 градусов, по меньшей мере 90 градусов, по меньшей мере 120 градусов и/или по меньшей мере 150 градусов.

Угол раскрытия и/или геометрическая форма пучка могут быть образованы размещением радиопоглощающего материала вокруг антенны. Таким путем излучение, испускаемое в направлениях, отличных от желаемой геометрической формы пучка и угла, поглощается (то есть не передается и не отражается). Может быть выбрана любая форма радиопоглощающего или ослабляющего материала.

Альтернативно или дополнительно угол раскрытия и/или геометрическая форма пучка могут быть образованы путем формирования и/или настройки антенны так, чтобы она испускала желаемую диаграмму направленности излучения, то есть желаемую направленную (угловую) зависимость силы радиоволн от антенны.

В компоновках, в которых вторая антенна отделена от первой антенны, вторая антенна может быть экранирована и/или иметь форму/конфигурацию, как описано выше, чтобы принимать излучение только в пределах ограниченного окна (аналогично углу раскрытия и/или геометрической форме пучка испускающей антенны).

Устройство может дополнительно содержать материал, перекрывающий расстояние между антенной и стенкой скважины по всему углу раскрытия пучка излучения.

Таким путем отражения от внутренней части ствола скважины могут быть сведены к минимуму. Материал может представлять собой твердое вещество, гель, пену и/или жидкость, то есть материал может не быть воздухом.

Перекрытие может включать перекрытие всего расстояния до стенки скважины (например, во всех направлениях в пределах угла раскрытия пучка); однако в предпочтительных вариантах осуществления в этом нет необходимости, и перекрытие необходимо использовать только в той степени, в которой время прохождения излучения выравнивается по разным путям, как описано ниже.

Если внутренняя кривизна ствола скважины велика по сравнению с размером антенны, эта кривизна будет давать значительное отражение и уменьшать проникновение радара при неправильном управлении. Добавление участка материала с низким ослаблением, с согласованными диэлектрическими постоянными и/или с высокой проницаемостью (по отношению к радиолокационным волнам) для перекрытия зазора между трубой и антенной решает эту проблему.

Материал может представлять собой пластмассовый материал. Материал может содержать полиэтилен, ПВХ и/или ABS. Материал может иметь диэлектрическую проницаемость и/или диэлектрическую постоянную, приблизительно равную полиэтилену, ПВХ и/или ABS. Например, если ствол скважины облицован трубой, материал может содержать тот же материал, что и труба. Таким путем отражение от стенки трубы сводится к минимуму.

Материал может быть распределен таким образом, что любой путь в пучке от антенны имеет общее время прохождения, равное времени прохождения в любом другом пути в пучке.

Таким путем любое излучение, проходящее вдоль первого пути от антенны, который

проходит первое расстояние до достижения стенки ствола скважины, замедляется на первую величину, и любое излучение, проходящее вдоль второго пути от антенны, который проходит второе расстояние до достижения стенки ствола скважины (отличное от первого расстояния), замедляется на вторую величину, но общая вторая величина замедления такая же, как общая первая величина замедления, даже если первое замедление на единицу расстояния может отличаться от второго замедления на единицу расстояния. Соответственно, количество ошибок и искажений уменьшается.

Пучок, направленный под прямым углом к продольному направлению, может означать, что ось испускания проходит под прямым углом к продольному направлению.

Блок управления может быть расположен на каретке, рядом с кареткой или в смежной каретке. В частности, желательно, чтобы блок управления был расположен в пределах 15 м, чтобы поддерживать достаточное отношение сигнала к шуму, предпочтительно менее 10 м. Блок управления может содержать генератор сигналов, который, в свою очередь, управляется дистанционно, например, компьютерной системой или оператором.

Одно сканирование может дать одну одномерную радарограмму, то есть указание поглощения/отражения в одном направлении в зависимости от расстояния, записанного во временной области, от антенны.

Перемещение каретки вдоль ствола скважины обеспечивает возможность изменения места сканирования в одном измерении, таким образом, несколько сканирований создают одну двумерную радарограмму, то есть указание поглощения/отражения в двумерном срезе в направлении движения каретки.

Вращение антенны относительно продольного направления позволяет изменять направление сканирования в каждом заданном месте, таким образом, несколько сканирований создают одну трехмерную радарограмму (или несколько двумерных радарограмм), то есть указание поглощения/отражения в трехмерном объеме, окружающем ствол скважины.

Если пучок не является бесконечно малым остронаправленным пучком, можно определить средний результат для поглощения/отражения от покрытой земли на основе выборки по зоне Френеля волнового фронта. Соответственно, поскольку разрешение

уменьшается при большем угле пучка, количество сканирований в каждом положении антенны может быть уменьшено. Фактически, в некоторых вариантах осуществления антенна может непрерывно вращаться по мере перемещения каретки вдоль ствола скважины, например, таким образом, что она определяет спираль сканирования. Однако спираль имеет достаточно низкое разрешение, чтобы построить полную картину трехмерного объема, окружающего ствол скважины. Однако в предпочтительных вариантах осуществления пучок выбирают достаточно узким для улучшения разрешения. Кроме того, длину импульса излучения и частоту также выбирают для высокого разрешения.

Устройство может дополнительно содержать дополнительную первую антенну георадара, выполненную аналогично первой антенне.

Дополнительная первая антенна может быть установлена на той же каретке или другой каретке (в этом случае другая каретка может быть соединена с первой кареткой и может управляться тем же или другим блоком управления).

Дополнительная первая антенна может быть выполнена с возможностью испускания излучения той же и/или другой частоты/частот по сравнению с первой антенной. Это обеспечивает возможность производить расчеты электромагнитной скорости среды (благодаря использованию обработки спектра скоростей) и улучшать отношение сигнала к шуму более глубоких объектов с использованием принципов суммирования.

Дополнительная антенна может быть выполнена с возможностью вращения относительно продольного направления синфазно или несинфазно с первой антенной. Таким путем, например, можно определить путь двойной спирали.

Согласно второму аспекту настоящего изобретения предоставлен способ получения изображения подземных объектов из ствола скважины, при этом способ включает этапы: предоставления устройства согласно первому аспекту; обеспечения прохождения по меньшей мере одной каретки вдоль ствола скважины в продольном направлении; испускания первого пучка излучения от первой антенны; в ответ на испускание первого пучка излучения от первой антенны прием излучения на второй антенне.

Способ может дополнительно включать этап приема от антенны первых сигналов,

указывающих на прием первого излучения на антенне.

Способ может дополнительно включать любой один или более этапов: дальнейшего вращения антенны относительно продольного направления; и испускания второго пучка излучения от антенны и приема от антенны вторых сигналов, указывающих на прием второго излучения на антенне.

Способ может дополнительно включать любой один или более этапов: предоставления второго устройства согласно первому аспекту; обеспечения прохождения каретки второго устройства вдоль второго ствола скважины во втором продольном направлении; вращения антенны второго устройства относительно второго продольного направления; и приема от антенны первых сигналов, указывающих на прием первого излучения на антенне.

Таким путем можно проводить томографические исследования, при которых передатчик и приемник находятся в разных скважинах.

Способ может дополнительно включать этап облицовки ствола скважины трубой и/или хвостовиком. Труба и/или хвостовик могут содержать пластмассовый материал, такой как полиэтилен, ПВХ и/или ABS.

Согласно третьему аспекту настоящего изобретения предоставлена система, содержащая устройство по первому аспекту и ствол скважины. Ствол скважины может быть облицован трубой и/или хвостовиком.

Описанные выше и другие характеристики, признаки и преимущества настоящего изобретения станут очевидными после ознакомления с последующим подробным описанием, рассматриваемым в сочетании с прилагаемыми графическими материалами, которые на примере иллюстрируют принципы настоящего изобретения. Данное описание приведено исключительно в качестве примера без ограничения объема настоящего изобретения. Упоминаемые ниже ссылочные позиции относятся к прилагаемым графическим материалам.

На фиг. 1 представлен вид в поперечном разрезе каретки в трубе.

На фиг. 2 представлен вид в поперечном разрезе трех труб с соответствующими каретками в них.

Настоящее изобретение будет описано в связи с определенными графическими материалами, но настоящее изобретение ограничивается не ими, а только формулой изобретения. Описываемые графические материалы являются лишь схематическими и являются неограничивающими. Каждый из графических материалов может не содержать всех признаков настоящего изобретения и поэтому не обязательно должен рассматриваться в качестве варианта осуществления настоящего изобретения. На графических материалах размер некоторых элементов может быть преувеличенным и не соответствовать масштабу из соображений наглядности. Размеры и относительные размеры не соответствуют действительным уменьшениям для осуществления настоящего изобретения на практике.

Кроме того, термины «первый», «второй», «третий» и т. п. в описании и в формуле изобретения используются для проведения различия между аналогичными элементами и не обязательно для описания последовательности, будь то временной, пространственной, упорядочивающей или любой другой. Следует понимать, что при соответствующих обстоятельствах используемые таким образом термины являются взаимозаменяемыми, и что работа возможна в последовательностях, отличных от описанных или проиллюстрированных в данном документе. Подобным образом, этапы способа, описанные или заявленные в конкретной последовательности, могут пониматься как осуществляемые в другой последовательности.

Более того, термины «вверху», «внизу», «поверх», «под» и т. п. в описании и формуле изобретения используются в описательных целях и не обязательно для описания относительных положений. Следует понимать, что при соответствующих обстоятельствах используемые таким образом термины являются взаимозаменяемыми, и что работа возможна в ориентациях, отличных от описанных или проиллюстрированных в данном документе.

Следует отметить, что термин «содержащий», используемый в формуле изобретения, не следует интерпретировать как ограниченный средствами, перечисленными после него; он не исключает другие элементы или этапы. Таким образом, его следует интерпретировать как термин, определяющий присутствие указанных признаков, целых, этапов или компонентов, как указано, но не исключающий присутствия или добавления одного или более других признаков, целых, этапов, или компонентов, или их групп. Таким образом, объем выражения «устройство, содержащее средства А и В»

не должен ограничиваться устройствами, состоящими только из компонентов А и В. Оно означает, что в отношении настоящего изобретения единственными соответствующими компонентами данного устройства являются А и В.

Аналогично следует отметить, что термин «соединенный», используемый в описании, не должен интерпретироваться как ограниченный только непосредственными соединениями. Таким образом, объем выражения «устройство А, соединенное с устройством В» не должен ограничиваться устройствами или системами, в которых выход устройства А соединен непосредственно с входом устройства В. Оно означает, что между выходом устройства А и входом устройства В существует путь, который может представлять собой путь, включающий другие устройства или средства. Термин «соединенный» может означать, что два или более элементов находятся в прямом физическом или электрическом контакте, или что два или более элементов не находятся в прямом контакте друг с другом, но все равно действуют совместно или взаимодействуют друг с другом. Например, предполагается беспроводное соединение.

Ссылка по всему тексту настоящего описания на «вариант осуществления» или «аспект» означает, что конкретные признак, конструкция или характеристика, описанные в связи с данным вариантом осуществления или аспектом, включены в по меньшей мере один вариант осуществления или аспект настоящего изобретения. Таким образом, все случаи использования фраз «в одном варианте осуществления», «в варианте осуществления» или «в аспекте» в различных местах по всему данному описанию не обязательно ссылаются на один и тот же вариант осуществления или аспект, но могут ссылаться на разные варианты осуществления или аспекты. Кроме того, конкретные признаки, конструкции или характеристики любого одного варианта осуществления или аспекта настоящего изобретения могут быть объединены любым подходящим образом с любым другим конкретным признаком, конструкцией или характеристикой другого варианта осуществления или аспекта настоящего изобретения, что будет очевидно специалисту в данной области техники из настоящего описания, в одном или более вариантах осуществления или аспектах.

Аналогично следует понимать, что в настоящем описании различные признаки настоящего изобретения иногда сгруппированы вместе в одном варианте осуществления, на фигуре или их описании с целью упрощения раскрытия и облегчения понимания одного или более различных аспектов настоящего изобретения.

Однако этот способ раскрытия не следует интерпретировать как отражающий идею, что заявляемому изобретению требуется больше признаков, чем явно перечислено в каждом пункте формулы изобретения. Более того, описание любого отдельного графического материала или аспекта не обязательно следует расценивать как вариант осуществления настоящего изобретения. Скорее, как видно из приведенной далее формулы изобретения, аспекты настоящего изобретения заключены менее чем во всех признаках одного раскрытого ранее варианта осуществления. Таким образом, формула изобретения, приводимая после подробного описания, явным образом включена в это подробное описание, причем каждый пункт формулы изобретения сам рассматривается как отдельный вариант осуществления настоящего изобретения.

Кроме того, хотя некоторые описанные в данном документе варианты осуществления включают некоторые признаки, включенные в другие варианты осуществления, сочетания признаков разных вариантов осуществления должны попадать в пределы объема настоящего изобретения и образовывать еще одни дополнительные варианты осуществления, как будет понятно специалистам в данной области техники. Например, в приведенной далее формуле изобретения любые из заявленных вариантов осуществления могут быть использованы в любом сочетании.

В приводимом в данном документе описании изложены многочисленные конкретные детали. Однако подразумевается, что варианты осуществления настоящего изобретения могут быть реализованы на практике без этих конкретных деталей. В других случаях широко известные способы, конструкции и методики не показаны подробно, чтобы не усложнять понимание данного описания.

При обсуждении настоящего изобретения, если не указано обратное, раскрытие альтернативных значений верхнего или нижнего предела допустимого диапазона параметра в сочетании с указанием, что одно из указанных значений является гораздо более предпочтительным, чем другое, следует понимать как подразумеваемое утверждение о том, что каждое промежуточное значение указанного параметра, лежащее между более предпочтительной и менее предпочтительной из указанных альтернатив, само является предпочтительным по отношению к указанному менее предпочтительному значению, а также к каждому значению, лежащему между указанным менее предпочтительным значением и указанным промежуточным значением.

Использование термина «по меньшей мере один» при определенных обстоятельствах может означать «только один». Использование термина «любой» при определенных обстоятельствах может означать «все» и/или «каждый».

Принципы настоящего изобретения будут теперь описаны путем подробного описания по меньшей мере одного графического материала, касающегося примерных признаков. Понятно, что могут быть разработаны другие компоновки в соответствии со знаниями специалистов в данной области техники без отступления от основополагающей концепции или технической идеи, причем настоящее изобретение ограничивается лишь прилагаемой формулой изобретения.

На фиг. 1 представлен вид в поперечном разрезе каретки в трубе 1. Каретка показана в трубе 1 и имеет антенну 3, расположенную в ее внутренней части. Непрозрачный для радара материал 5 расположен по существу вокруг трех сторон антенны, так что пучок излучения от антенны ограничивается 180-градусной областью над антенной 3, как показано на фигуре.

Остальная сторона антенны 3 окружена радиопроводящим материалом 7, так что расстояние между антенной 3 и трубой 1 по существу перекрыто радиопроводящим материалом 7.

На фиг. 2 представлен вид в поперечном разрезе трех труб 1, подобных трубам на фиг. 1, с соответствующими каретками в них. Антенны выполнены с возможностью вращения, как показано изогнутыми стрелками внутри труб. Антенны вращались в разных направлениях вращения; однако на фигуре прямыми стрелками показаны направления, в которых вращалась каждая антенна для получения данных.

Однонаправленные стрелки показывают направления, в которых для получения данных были применены традиционные радиолокационные подходы; то есть каждая антенна действует как собственный передатчик и приемник.

Двунаправленные стрелки показывают получение данных, когда одна из антенн действует как приемник излучения от другой антенны (действующей как передатчик).

Таким путем три радиолокационных блока обнаруживают одни и те же объекты 9, используя друг друга для подтверждения и/или триангуляции своих собственных положений.

Формула изобретения

1. Устройство получения изображения подземных объектов из ствола скважины, причем устройство содержит:

по меньшей мере одну каретку, выполненную с возможностью перемещения вдоль ствола скважины в продольном направлении;

первую антенну георадара на каретке;

передатчик, выполненный с возможностью управления испусканием излучения от первой антенны;

вторую антенну георадара на по меньшей мере одной каретке; и

приемник, выполненный с возможностью приема от второй антенны сигналов, указывающих на прием излучения на второй антенне.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что:

первая антенна и вторая антенна представляют собой одну приемопередающую антенну;

приемопередающая антенна выполнена с возможностью испускания пучка излучения, имеющего угол раскрытия не более 180 градусов, причем пучок направлен под прямым углом к продольному направлению; и

по меньшей мере одна каретка выполнена с возможностью вращения приемопередающей антенны относительно продольного направления.

3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что:

по меньшей мере одна каретка включает первую каретку и вторую каретку; и

первая антенна расположена на первой каретке, и вторая антенна расположена на второй каретке таким образом, что первая и вторая антенны расположены на расстоянии друг от друга.

4. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что первая и вторая каретки выполнены с возможностью перемещения относительно друг друга таким образом, что расстояние

между первой и второй антеннами может изменяться.

5. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что дополнительно содержит материал, перекрывающий расстояние между антенной и стенкой скважины по всему пучку излучения.

6. Устройство по п. 2, отличающееся тем, что материал может быть распределен таким образом, что любой путь в пучке от антенны имеет общее радиолокационное время прохождения, равное радиолокационному времени прохождения в любом другом пути в пучке.

7. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что дополнительно содержит дополнительную первую антенну георадара, выполненную аналогично первой антенне.

8. Способ получения изображения подземных объектов из ствола скважины, причем способ включает этапы:

предоставления устройства по любому из предыдущих пунктов;

обеспечения прохождения по меньшей мере одной каретки вдоль ствола скважины в продольном направлении;

испускания первого пучка излучения от первой антенны;

в ответ на испускание первого пучка излучения от первой антенны прием излучения на второй антенне.

Формула изобретения

1. Устройство получения изображения подземных объектов из ствола скважины, причем устройство содержит:

по меньшей мере одну каретку, выполненную с возможностью перемещения вдоль ствола скважины в продольном направлении;

первую антенну георадара на каретке;

передатчик, выполненный с возможностью управления испусканием излучения от первой антенны;

вторую антенну георадара на по меньшей мере одной каретке; и

приемник, выполненный с возможностью приема от второй антенны сигналов, указывающих на прием излучения на второй антенне;

при этом

по меньшей мере одна каретка включает первую каретку и вторую каретку; и

первая антенна расположена на первой каретке, и вторая антенна расположена на второй каретке таким образом, что первая и вторая антенны расположены на расстоянии друг от друга; и

первая и вторая каретки выполнены с возможностью перемещения относительно друг друга в продольном направлении вдоль ствола скважины таким образом, что расстояние между первой и второй антеннами может изменяться.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что:

первая антенна и вторая антенна представляют собой одну приемопередающую антенну;

приемопередающая антенна выполнена с возможностью испускания пучка излучения, имеющего угол раскрытия не более 180 градусов, причем пучок направлен под прямым углом к продольному направлению; и

по меньшей мере одна каретка выполнена с возможностью вращения

приемопередающей антенны относительно продольного направления.

3. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что дополнительно содержит материал, перекрывающий расстояние между антенной и стенкой скважины по всему пучку излучения.

4. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что материал может быть распределен таким образом, что любой путь в пучке от антенны имеет общее радиолокационное время прохождения, равное радиолокационному времени прохождения в любом другом пути в пучке.

5. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что дополнительно содержит дополнительную первую антенну георадара, выполненную аналогично первой антенне.

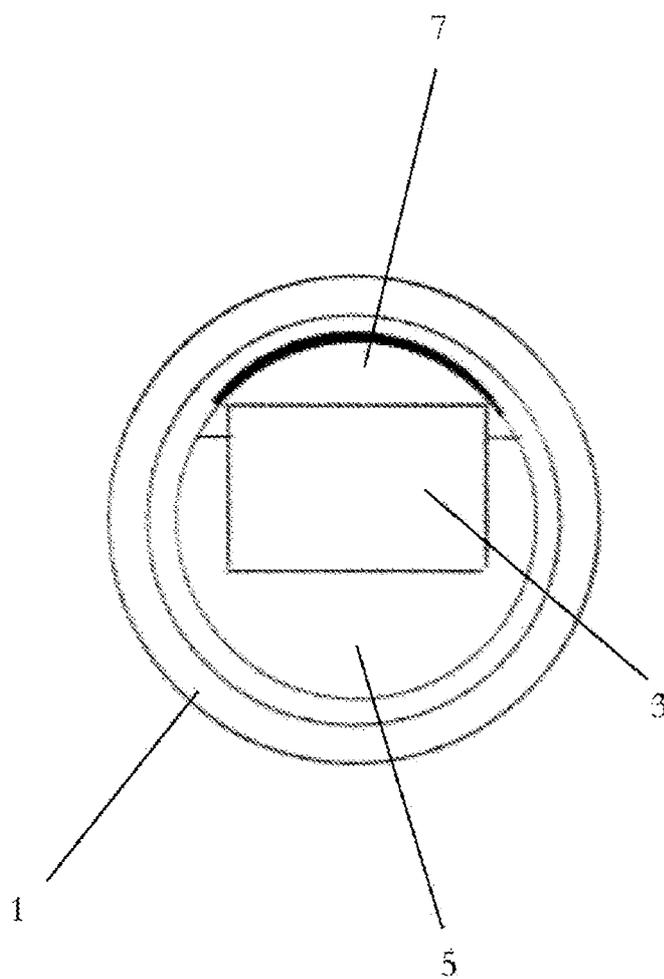
6. Способ получения изображения подземных объектов из ствола скважины, причем способ включает этапы:

предоставления устройства по любому из предыдущих пунктов;

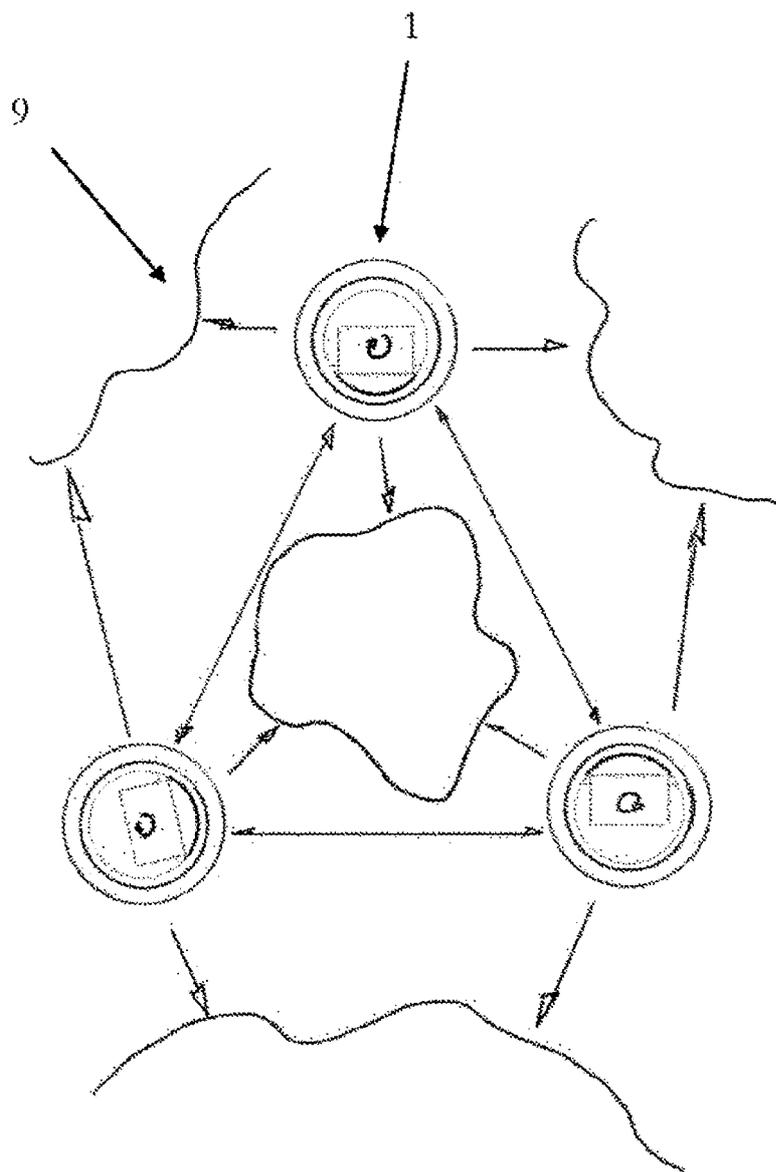
обеспечения прохождения по меньшей мере одной каретки вдоль ствола скважины в продольном направлении;

испускания первого пучка излучения от первой антенны;

в ответ на испускание первого пучка излучения от первой антенны прием излучения на второй антенне.



Фиг. 1



Фиг. 2